

Liria Yuri Yamauchi<sup>1</sup>, Maise Figueiroa<sup>2</sup>, Leda Tomiko Yamada da Silveira<sup>2</sup>, Teresa Cristina Francischetto Travaglia<sup>2</sup>, Sidnei Bernardes<sup>2</sup>, Carolina Fu<sup>2</sup>

## Ventilação não invasiva com pressão positiva pós-extubação: características e desfechos na prática clínica

*Noninvasive positive pressure ventilation after extubation: features and outcomes in clinical practice*

1. Departamento de Ciências do Movimento Humano, Universidade Federal de São Paulo - Santos (SP), Brasil.

2. Departamento de Fisioterapia, Ciências da Comunicação e Desordens e Terapia Ocupacional, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo - São Paulo (SP), Brasil.

### RESUMO

**Objetivo:** Descrever o uso de ventilação não invasiva com pressão positiva pós-extubação na prática clínica da unidade de terapia intensiva, e identificar os fatores associados à falência da ventilação não invasiva com pressão positiva.

**Métodos:** Este estudo prospectivo de coorte incluiu pacientes com idade  $\geq 18$  anos admitidos consecutivamente à unidade de terapia intensiva e submetidos à ventilação não invasiva com pressão positiva dentro de 48 horas após sua extubação. O desfecho primário foi falência da ventilação não invasiva com pressão positiva.

**Resultados:** Incluímos um total de 174 pacientes. A taxa global de uso de ventilação não invasiva com pressão positiva foi de 15%. Dentre todos os pacientes que utilizaram ventilação não invasiva com pressão positiva, em 44% o uso ocorreu pós-extubação. A taxa de falência da ventilação não invasiva com pressão positiva foi de 34%. A média de idade ( $\pm$  DP) foi de  $56 \pm 18$  anos, sendo que 55% dos pacientes eram do sexo masculino. Os dados demográficos, níveis basais de pH, PaCO<sub>2</sub> e HCO<sub>3</sub> além do tipo de equipamento utilizado foram similares entre os grupos. Todos os parâmetros finais de ventilação não invasiva com pressão positiva foram mais elevados no grupo que apresentou falência da ventilação não invasiva com pressão positiva (pressão inspiratória positiva nas vias aéreas - 15,0 *versus* 13,7cmH<sub>2</sub>O;  $p = 0,015$ ; pressão expiratória positiva

nas vias aéreas - 10,0 *versus* 8,9cmH<sub>2</sub>O;  $p = 0,027$ ; e FiO<sub>2</sub> - 41 *versus* 33%;  $p = 0,014$ ). O grupo que teve falência da ventilação não invasiva com pressão positiva teve tempo médio de permanência na unidade de terapia intensiva maior (24 *versus* 13 dias;  $p < 0,001$ ), e taxa de mortalidade na unidade de terapia intensiva mais elevada (55 *versus* 10%;  $p < 0,001$ ). Após adequação, o modelo de regressão logística permitiu afirmar que pacientes com pressão inspiratória positiva nas vias aéreas  $\geq 13,5$ cmH<sub>2</sub>O no último dia de suporte com ventilação não invasiva com pressão positiva tiveram risco três vezes maior de se tornarem casos de falência da ventilação não invasiva com pressão positiva, do que os pacientes que tiveram pressão inspiratória positiva das vias aéreas  $< 13,5$  (OR = 3,02; IC95% = 1,01 - 10,52;  $p = 0,040$ ).

**Conclusão:** O grupo com falência da ventilação não invasiva com pressão positiva teve tempo de permanência na unidade de terapia intensiva maior, além de uma taxa de mortalidade mais elevada. A análise de regressão logística identificou que pacientes com pressão inspiratória positiva nas vias aéreas  $\geq 13,5$ cmH<sub>2</sub>O no último dia de suporte ventilatório não invasivo tiveram risco três vezes maior de apresentar falência da ventilação não invasiva com pressão positiva.

**Descritores:** Respiração artificial; Respiração com pressão positiva/métodos; Extubação; Desmame do respirador; Resultado do tratamento; Unidades de terapia intensiva

**Conflitos de interesse:** Nenhum.

Submetido em 15 de abril de 2015  
Aceito em 30 de agosto de 2015

**Autor correspondente:**

Carolina Fu  
Rua Cipotânea, 51 - Cidade Universitária  
CEP: 05360-000 - São Paulo (SP)  
E-mail: carolfu@usp.br

**Editor responsável:** Carmen Valente Barbas

DOI: 10.5935/0103-507X.20150046

## INTRODUÇÃO

A ventilação não invasiva com pressão positiva (VNIPP) tem sido amplamente utilizada em unidade de terapia intensiva (UTI). Apesar da existência de evidências científicas conflitantes em diversas indicações, a VNIPP se tornou parte da rotina na maioria das UTI em todo o mundo.<sup>(1-4)</sup> Segundo a literatura, algumas indicações são consideradas aceitáveis, enquanto outras ainda estão em investigação, como o uso de VNIPP pós-extubação.

Essa abordagem tem nuances diferentes, principalmente com base no tempo. Alguns estudos incorporaram a VNIPP ao desmame da ventilação mecânica, o que quer dizer que a VNIPP é aplicada imediatamente após a extubação, como parte de um processo contínuo.<sup>(5-8)</sup> Nesses casos, a VNIPP pode ser imediatamente aplicada com um caráter preventivo,<sup>(9,10)</sup> após falência da tentativa de respiração espontânea<sup>(11)</sup> e após a extubação em pacientes de alto risco.<sup>(12)</sup>

Por outro lado, o uso da VNIPP após o desenvolvimento de insuficiência respiratória aguda (IRA) posteriormente à extubação tem apresentado resultados conflitantes. Enquanto alguns autores concluíram que a VNIPP pode prevenir a necessidade de reintubação,<sup>(13)</sup> outros estudos demonstraram que ela não parece diminuir a taxa de reintubações e pode até mesmo incrementar a taxa de mortalidade.<sup>(14)</sup>

Considerando o ponto de vista clínico, a VNIPP é indispensável na UTI, e as informações sobre seu uso na prática podem levantar algumas importantes questões não identificadas nos estudos clínicos randomizados. O presente estudo teve como objetivo descrever o uso da VNIPP pós-extubação na prática clínica na UTI e identificar fatores que se associam à falência da VNIPP após a extubação.

## MÉTODOS

Entre maio e dezembro de 2007, conduzimos um estudo prospectivo de coorte no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, localizado na cidade de São Paulo (SP). O estudo foi realizado em 11 UTI (140 leitos). Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética do hospital (número 0327/07), sendo dispensada a obtenção da assinatura de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, uma vez que os dados seriam coletados a partir dos registros clínicos dos pacientes e sem a realização de qualquer intervenção.

Foram incluídos neste estudo todos os pacientes adultos (idade  $\geq 18$  anos) consecutivamente admitidos à UTI e que utilizaram VNIPP dentro de 48 horas após a extubação. Foram excluídos os pacientes que tivessem falta

nos registros clínicos de qualquer informação relevante.

Os dados foram coletados a partir dos registros clínicos e diretamente da equipe da UTI. Todas as decisões relativas ao uso de VNIPP foram tomadas exclusivamente pela equipe da UTI; os pesquisadores não tiveram qualquer tipo de interferência, nem realizaram qualquer intervenção. Os pacientes foram analisados como pertencentes ao grupo com sucesso da VNIPP ou falência da VNIPP. Foram coletados os seguintes dados: dados demográficos (idade, sexo e *Simplified Acute Physiology Score II* - SAPS II, quando da admissão à UTI); dia e hora da intubação, motivo da ventilação mecânica (se doença pulmonar obstrutiva crônica - DPOC, asma, diminuição do nível de consciência, doença neuromuscular, IRA, parada cardíaca, instabilidade hemodinâmica e cirurgia); dia e hora da extubação; dia e hora do início da VNIPP.

Os dados relativos à VNIPP coletados foram os seguintes: indicação para VNIPP (IRA pós-extubação - sinais de desconforto respiratório até 48 horas após a extubação; desmame precoce - VNIPP imediatamente pós-extubação em pacientes considerados de alto risco de reintubação, como pacientes com DPOC; e VNIPP preventiva - em casos sem IRA, mas com presença de comorbidades importantes); período de uso de VNIPP, tipo de equipamento (BIPAP Vision - Respironics®; BIPAP ST/d Respironics®; *Downs flow generator* - Vital Signs® (*continuous positive airway pressure* gerador de fluxo - CPAP) e ventilador mecânico de dupla função). Foram também coletados: tempo desde a extubação até início da VNIPP (zero ou  $\geq 1$  dia); parâmetros da VNIPP; tipo de interface da VNIPP, exame de gases arteriais antes do uso da VNIPP; vazamento da máscara; intolerância à VNIPP; necessidade de aspiração das vias aéreas; complicações da VNIPP, taxa de reintubação, causas de reintubação, taxa de falência da VNIPP (definida como reintubação após uso de VNIPP), taxa de mortalidade na UTI, e tempo de permanência na UTI.

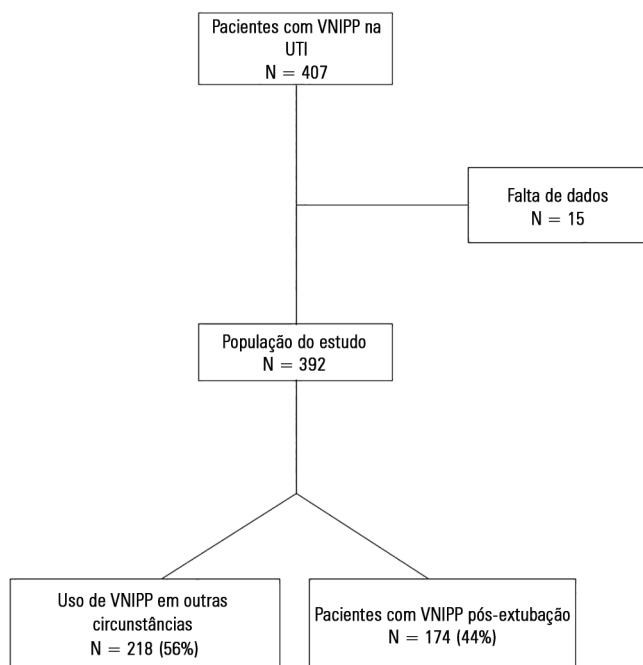
## Análise estatística

Foi realizada uma análise descritiva. As variáveis quantitativas foram apresentadas como média e desvio padrão (DP) ou mediana, e intervalo interquartil (IQR). As variáveis categóricas foram apresentadas como proporções. A capacidade preditiva de falência da VNIPP das variáveis quantitativas foi avaliada por meio de curva característica de operação do receptor (ROC, sigla do inglês *receiver operating characteristic*); calculamos a área sob a curva (AUC, sigla do inglês *area under the curve*), e os valores ideais de corte (com base nos melhores valores quanto à sensibilidade e à especificidade).

O modelo de regressão logística foi ajustado utilizando a falência da VNIPP como variável dependente. Foram tomados os seguintes passos: as variáveis independentes foram selecionadas com base em sua relevância clínica e dicotomizadas com base em valores de corte calculados em função das curvas ROC. Após, todas as variáveis independentes foram submetidas a uma análise univariada. Aplicaram-se os testes *odds ratio* (OR) e exato de Fisher para identificar possíveis associações entre as variáveis independentes e falência da VNIPP. A OR para cada uma das variáveis independentes foi calculada com base em tabelas 2 x 2, para definir quais variáveis comporiam o modelo inicial de regressão logística. As variáveis com valor de  $p > 0,30$  não foram incluídas no modelo inicial. A multicolinearidade foi avaliada pela variância dos fatores de inflação. Aplicou-se o teste de Hosmer-Lemeshow para verificar a adequação da adaptação do modelo.

## RESULTADOS

Durante o período do estudo, foram admitidos à UTI 2.773 pacientes, sendo que em 407 (15%) deles foi utilizada VNIPP. Após exclusão de 15 pacientes por falta de dados, a população do estudo foi de 392 pacientes. Aqueles pacientes que só utilizaram VNIPP após a extubação constituíram 44% da amostra, ou seja, 174 pacientes (Figura 1). A tabela 1 apresenta as características basais da população do estudo.



**Figura 1** - Fluxograma do estudo. VNIPP - ventilação não invasiva com pressão positiva; UTI - unidade de terapia intensiva.

As principais razões para instalação de ventilação mecânica antes do uso da VNIPP foram: instabilidade hemodinâmica (33%), IRA (24%) e cirurgia (18%). O tempo mediano (IQR) de uso da ventilação mecânica invasiva foi de 4 (1 - 8) dias. Os aspectos relativos à pressão para a ventilação não invasiva são apresentados na tabela 2. Os equipamentos mais utilizados foram BIPAP Vision® e *Downs flow generator* - Vital Signs® (CPAP). A principal interface utilizada foi a máscara orofacial.

Aplicou-se VNIPP pós-extubação em três diferentes situações: devido a novo evento respiratório agudo (46 casos; 26%), desmame precoce (17 casos; 10%), e aplicação preventiva de VNIPP (111 casos; 64%). O tempo desde a extubação até início da VNIPP foi registrado em dias. No total, 121 pacientes (69%) receberam suporte com VNIPP no mesmo dia da extubação, e 53 (31%) receberam VNIPP entre 1 e 2 dias após.

Em alguns casos, o equipamento foi trocado durante o suporte com VNIPP. No início da VNIPP, o dispositivo mais comumente utilizado foi o *Downs flow generator* - Vital Signs® (CPAP) (45%) seguido pelo BIPAP Vision® (32%). No entanto, no último dia de VNIPP, o BIPAP Vision® foi o equipamento mais frequentemente utilizado (42%).

Todos os parâmetros finais de ventilação não invasiva com pressão positiva foram mais elevados no grupo que apresentou falência da ventilação não invasiva com pressão positiva (pressão inspiratória positiva nas vias aéreas - 15,0 *versus* 13,7cmH<sub>2</sub>O;  $p = 0,015$ ; pressão expiratória positiva nas vias aéreas - 10,0 *versus* 8,9cmH<sub>2</sub>O;  $p = 0,027$ ; e FiO<sub>2</sub> - 41 *versus* 33%;  $p = 0,014$ ). O grupo que teve falência da ventilação não invasiva com pressão positiva teve tempo médio de permanência na unidade de terapia intensiva maior (24 *versus* 13 dias;  $p < 0,001$ ), e taxa de mortalidade na unidade de terapia intensiva mais elevada (55 *versus* 10%;  $p < 0,001$ ).

No período de uso de VNIPP, 18% apresentaram intolerância ou vazamento excessivo de fluxo, tendo ocorrido comprometimento do tratamento em 4% dos pacientes. Ocorreram complicações relacionadas à VNIPP em sete pacientes (cinco vômitos, uma distensão abdominal e uma lesão cutânea). A taxa de pneumonia hospitalar foi de 6%.

A taxa de falência da VNIPP foi de 34%. O tempo mediano entre a extubação e a reintubação foi de 2 (1 - 4) dias. As principais razões para reintubação (falência da VNIPP) foram IRA (48%) e diminuição do nível de consciência (22%). A incidência de falência da VNIPP não foi diferente segundo a indicação: 32% nos casos no grupo de IRA após extubação, 29% no grupo com VNIPP precoce e 35% no grupo com VNIPP preventiva.

**Tabela 1** - Características basais dos pacientes submetidos à ventilação não invasiva com pressão positiva na unidade de terapia intensiva, segundo o resultado da ventilação não invasiva com pressão positiva

| Variáveis   | Todos os pacientes com VNIPP<br>N = 174 | Pacientes com sucesso da VNIPP<br>N = 114 | Pacientes com falência da VNIPP<br>N = 60 |
|---|---|---|---|
| Idade (anos)  | 56 ± 18                                 | 55 ± 18                                   | 60 ± 17                                   |
| Sexo masculino  | 98 (56)                                 | 63 (55)                                   | 35 (58)                                   |
| SAPS II na admissão à UTI   | 42 ± 18                                 | 40 ± 14                                   | 44 ± 14                                   |
| Razão para admissão à UTI   |   |   |   |
| Clínica   | 82 (47)                                 | 56 (50)                                   | 26 (42)                                   |
| Cirurgia de emergência  | 44 (25)                                 | 30 (26)                                   | 14 (23)                                   |
| Cirurgia eletiva  | 48 (28)                                 | 28 (25)                                   | 20 (33)                                   |
| Razão para início da ventilação mecânica                                  |   |   |   |
| Insuficiência respiratória pós-operatória                                 | 56 (32)                                 | 36 (32)                                   | 20 (33)                                   |
| Falência respiratória aguda   | 42 (24)                                 | 27 (24)                                   | 15 (25)                                   |
| LPA/SDRA  | 3 (2)                                   | 1 (1)                                     | 2 (3)                                     |
| Edema pulmonar cardiogênico   | 4 (2)                                   | 2 (2)                                     | 2 (3)                                     |
| Pneumonia   | 6 (3)                                   | 6 (5)                                     | 0 (0)                                     |
| Trauma  | 15 (9)                                  | 10 (9)                                    | 5 (8)                                     |
| Obstrução das vias aéreas superiores/Apneia                               | 1 (0,6)                                 | 0 (0)                                     | 1 (2)                                     |
| Outras causas   | 12 (7)                                  | 8 (7)                                     | 4 (7)                                     |
| Ignorado  | 1 (0,6)                                 |   |   |
| Diminuição do nível de consciência  | 23 (13)                                 | 16 (14)                                   | 7 (12)                                    |
| DPOC  | 8 (5)                                   | 4 (3,5)                                   | 4 (7)                                     |
| Parada cardiorrespiratória  | 3 (2)                                   | 3 (3)                                     | 0 (0)                                     |
| Insuficiência respiratória aguda sobre insuficiência respiratória crônica | 2 (1)                                   | 2 (2)                                     | 0 (0)                                     |
| Doença neuromuscular  | 1 (0,6)                                 | 0 (0)                                     | 1 (2)                                     |
| Outra   | 31 (18)                                 | 19 (17)                                   | 12 (20)                                   |
| Ignorado  | 2 (1)                                   | 1 (1)                                     | 1 (2)                                     |
| Dado faltante   | 6 (3)                                   |   |   |
| pH basal  | 7,38 ± 0,1                              | 7,38 ± 0,1                                | 7,38 ± 0,05                               |
| PaCO <sub>2</sub> basal (mmHg)  | 38,9 ± 8,9                              | 39,8 ± 9,9                                | 37,3 ± 6,3                                |
| HCO <sub>3</sub> basal (mEq/L)  | 22,9 ± 5                                | 22,8 ± 5,3                                | 22,8 ± 4,7                                |

VNIPP - ventilação não invasiva com pressão positiva; SAPS - *Simplified Acute Physiology Score*; UTI - unidade de terapia intensiva; LPA - lesão pulmonar aguda; SDRA - síndrome do desconforto respiratório agudo; DPOC - doença pulmonar obstrutiva crônica; PaCO<sub>2</sub> - pressão parcial de dióxido de carbono; HCO<sub>3</sub> - bicarbonato. Foram utilizados o teste *t* e qui quadrado conforme apropriado. Resultados expressos por número (%) e média ± desvio padrão.

Pacientes com falência da VNIPP apresentaram uma frequência maior de traqueostomias: 14 (23%) *versus* 0 (0%) pacientes;  $p < 0,001$ ; um tempo maior de permanência na UTI:  $24 \pm 15$  *versus*  $13 \pm 7$  dias;  $p < 0,001$ ; e uma taxa mais elevada de mortalidade: 33 (55%) *versus* 11 (10%);  $p < 0,001$ .

As variáveis independentes foram selecionadas com base em sua relevância clínica, e as variáveis contínuas foram dicotomizadas segundo valores de corte calculados com base nas curvas ROC. A potência preditiva de todas as variáveis não foi alta. A tabela 3 apresenta os valores calculados de área sob as curvas ROC, sensibilidade e especificidade.

Foram também investigadas possíveis associações entre variáveis explanatórias e variáveis dependentes. Por este motivo, calculou-se a OR para cada caso, como a tabela 4 apresenta. Investigou-se a multicolinearidade, e todos os fatores de inflação foram menores que 2.

As variáveis selecionadas para compreender o modelo de regressão logística inicial foram: necessidade de aspiração nasotraqueal (sim ou não), idade ( $< 60$  ou  $\geq 60$  anos), escore SAPS II ( $< 36,5$  ou  $\geq 36,5$ ), nível de pressão expiratória positiva nas vias aéreas (EPAP) no último dia de VNI-PP ( $< 9,5$  ou  $\geq 9,5$ cmH<sub>2</sub>O), nível de pressão inspiratória positiva nas vias aéreas (IPAP) no último dia de VNIPP ( $< 13,5$  ou  $\geq 13,5$ cmH<sub>2</sub>O), nível de fração inspirada de

**Tabela 2** - Aspectos da ventilação não invasiva com pressão positiva segundo o resultado da ventilação não invasiva com pressão positiva

| Variáveis                         | Todos os pacientes com VNIPP<br>N = 174 | Sucesso da VNIPP<br>N = 114 | Falência da VNIPP<br>N = 60 |
|-----------------------------------|---|-----------------------------|-----------------------------|
| Tipo de equipamento               |   |                             |                             |
| BIPAP Vision                      | 75 (43)                                 | 43 (38)                     | 32 (53)                     |
| BIPAP ST-D 30                     | 11 (6)                                  | 8 (7)                       | 3 (5)                       |
| CPAP com gerador de fluxo         | 74 (42)                                 | 53 (46)                     | 21 (35)                     |
| Ventilador da UTI                 | 12 (7)                                  | 7 (6)                       | 5 (8)                       |
| Outro                             | 2 (1)                                   | 2 (2)                       | 0                           |
| Tipo de interface                 |   |                             |                             |
| Máscara oronasal                  | 162 (93)                                | 104 (91)                    | 58 (97)                     |
| Facial                            | 11 (6)                                  | 9 (8)                       | 2 (3)                       |
| Nasal                             | 1 (0,6)                                 | 1 (0,9)                     | 0 (0)                       |
| Duração da VNIPP (horas)          | 34 (17 - 68)                            | 30 (16 - 55)                | 50 (22 - 76)                |
| Parâmetros da VNIPP no último dia |   |                             |                             |
| CPAP (mmHg)                       | 9,6 ± 1,2                               | 9,6 ± 1,1                   | 9,7 ± 1,6                   |
| IPAP (mmHg)                       | 14,2 ± 2,3                              | 13,7 ± 2,1                  | 15 ± 2,3                    |
| EPAP (mmHg)                       | 9,3 ± 2,1                               | 8,9 ± 1,8                   | 10 ± 2,4                    |
| FiO <sub>2</sub> (%)              | 36 ± 12                                 | 33 ± 9,8                    | 41 ± 15                     |

VNIPP - ventilação não invasiva com pressão positiva; CPAP - pressão positiva contínua nas vias aéreas; UTI - unidade de terapia intensiva; IPAP - pressão inspiratória positiva nas vias aéreas; FiO<sub>2</sub> - fração inspirada de oxigênio. Os resultados são expressos por número (%) e média ± desvio padrão.

**Tabela 3** - Resultados da curva característica de operação do receptor

| Variáveis            | Valores de corte | Sensibilidade (%)<br>(IC95%) | Especificidade (%)<br>(IC95%) | AUC<br>(IC95%)   |
|----------------------|------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------|
| Idade                | 59,5             | 63 (52 - 75)                 | 54 (44 - 63)                  | 0,56 (0,47-0,65) |
| Score SAPS II        | 36,5             | 70 (58 - 80)                 | 45 (36 - 53)                  | 0,59 (0,50-0,68) |
| EPAP                 | 9,5              | 71 (55 - 84)                 | 50 (36 - 64)                  | 0,64 (0,53-0,76) |
| IPAP                 | 13,5             | 81 (64 - 93)                 | 42 (28 - 54)                  | 0,64 (0,52-0,76) |
| FiO <sub>2</sub> (%) | 37,5             | 57 (40 - 73)                 | 68 (54 - 82)                  | 0,65 (0,53-0,78) |

AUC - área sob a curva característica de operação do receptor; IC95% - intervalo de confiança de 95%; SAPS II - *Simplified Acute Physiology Score II*; EPAP - pressão expiratória positiva nas vias aéreas; IPAP - pressão inspiratória positiva nas vias aéreas; FiO<sub>2</sub> - fração inspirada de oxigênio.

**Tabela 4** - Análise univariada realizada previamente à regressão logística

| Variável  | OR (IC95%)          | Valor de p* |
|---|---------------------|-------------|
| Sexo  | 0,79 (0,39 - 1,57)  | 0,522       |
| Aspiração nasotraqueal (sim ou não)             | 1,69 (0,85 - 3,36)  | 0,108       |
| Idade ≥ 60                                      | 2,02 (1,01 - 4,06)  | 0,037       |
| SAPS II > 36,5                                  | 1,88 (0,93 - 3,91)  | 0,073       |
| Tempo até o início da VNIPP (dias, 0 contra ≥1) | 0,67 (0,30 - 1,41)  | 0,300       |
| IPAP ≥ 13,5cmH <sub>2</sub> O                   | 2,98 (0,96 - 10,48) | 0,051       |
| EPAP ≥ 9,5cmH <sub>2</sub> O                    | 2,42 (0,86 - 7,21)  | 0,069       |
| FiO <sub>2</sub> ≥ 0,37                         | 2,76 (0,96 - 8,18)  | 0,054       |

SAPS II - *Simplified Acute Physiology Score II*; VNIPP - ventilação não invasiva com pressão positiva; IPAP - pressão inspiratória positiva nas vias aéreas; EPAP - pressão expiratória positiva nas vias aéreas; FiO<sub>2</sub> - fração inspirada de oxigênio. \* Teste exato de Fisher.

oxigênio (FiO<sub>2</sub>) no último dia de VNIPP (FiO<sub>2</sub> < 0,37 ou ≥ 0,37) e tempo desde a extubação até início da VNIPP (no mesmo dia ou ≥ 1 dia). O teste de Hosmer-Lemeshow

demonstrou uma boa adaptação do modelo (p = 0,999). Após a adaptação, o modelo de regressão logística nos permitiu afirmar que os pacientes com IPAP ≥ 13,5cmH<sub>2</sub>O no último dia de suporte com VNIPP tiveram risco três vezes maior de apresentar falência da VNIPP quando comparados aos pacientes com IPAP < 13,5 (OR = 3,02; intervalo de confiança de 95% IC95% = 1,01 - 10,52; p = 0,040).

## DISCUSSÃO

O uso de VNIPP após uma extubação planejada é parte da prática clínica em todo o mundo.<sup>(1-4,15)</sup> Em estudo apresentado por Carlucci et al.,<sup>(16)</sup> a taxa de VNIPP na UTI foi de 8%. Em nosso hospital, estimamos uma taxa quase duplicada, 15%. Em estudo de coorte com duração de 6 anos, Harris et al.<sup>(17)</sup> concluíram que a taxa de uso

de VNIPP aumentou com o tempo. Como observamos, o uso de VNIPP pós-extubação também é elevado. Em nossa população do estudo, VNIPP pós-extubação respondeu por quase metade do total de uso de VNIPP. A literatura a respeito deste assunto tem apresentado conclusões conflitantes. Em resumo, estudos clínicos randomizados com abordagem preventiva tiveram resultados melhores, com menor incidência de falência da VNIPP ou taxa de reintubação, conforme mostram alguns estudos,<sup>(6,10,12,17-20)</sup> apresentando taxas de reintubação de 8 a 11%. Por outro lado, Esteban et al.<sup>(14)</sup> identificaram que a VNIPP não foi eficaz para prevenir IRA pós-extubação, uma vez que observaram uma taxa de reintubação de 48%. Poucas metanálises tiveram como foco o uso de VNIPP pós-extubação. Burns et al.<sup>(7)</sup> e Zhu et al.<sup>(20)</sup> concluíram que a VNIPP teve efeitos positivos sobre a mortalidade e a pneumonia associada à ventilação mecânica. Identificaram também que as evidências são insuficientes para recomendar definitivamente o uso de VNIPP para evitar falência da extubação<sup>(20)</sup> e sugeriram que os benefícios da VNIPP no processo de desmame ainda precisam ser elucidados.<sup>(7)</sup> Glossop et al.<sup>(21)</sup> concluíram que a VNIPP reduz o tempo de permanência na UTI e a ocorrência de pneumonia, quando utilizada em pacientes pós-cirúrgicos e como método de desmame. Além disso, identificaram que ela reduz a taxa de reintubação e tempo de permanência no hospital em pacientes pós-cirúrgicos, sugerindo que a VNIPP poderia ser útil para pacientes que podem apresentar deterioração no pós-operatório de cirurgias de grande porte. Lin et al.<sup>(22)</sup> corroboram que a VNIPP não é benéfica nesses casos, enquanto a aplicação precoce de VNIPP após extubação planejada diminuiu as taxas de reintubação, mortalidade na UTI e mortalidade no hospital.

Estimamos que a taxa de falência da VNIPP pós-extubação foi elevada (34%), sendo que a principal causa de falência da VNIPP foi um novo evento de IRA. A ocorrência de falência da VNIPP pós-extubação não variou segundo a indicação para VNIPP (quer após início da IRA ou não).

Em estudos clínicos randomizados, observamos que a taxa de reintubação é mais baixa do que nos estudos observacionais. Esteban et al.<sup>(14)</sup> demonstraram taxa elevada de reintubação, porém notamos que seus critérios de inclusão foram diferentes dos de outros estudos - os pacientes foram incluídos após início da IRA. Todos os demais estudos clínicos randomizados tiveram uma abordagem preventiva, obtendo taxa de reintubação mais baixa. Em estudos de coorte, observamos uma taxa de reintubação de 40% em dois estudos.<sup>(16,23)</sup> Observamos que, exceto o estudo de Esteban et al.,<sup>(14)</sup> os estudos clínicos randomizados apresentaram taxas de reintubação mais baixas do que os

estudos observacionais. Durante o período de coleta dos dados, as unidades de terapia intensiva incluídas em nosso estudo não tiveram um protocolo padronizado de desmame ou de uso de VNIPP pós-extubação, e não observamos qualquer diferença entre as taxas de reintubação no grupo de pacientes que utilizou VNIPP em fase inicial ou imediatamente após a extubação.

Como não foi utilizado um protocolo padronizado de desmame, as decisões relativas aos parâmetros de VNIPP, parâmetros fisiológicos alvo e reintubação foram tomadas pela equipe da UTI. No hospital em que o estudo foi realizado, a equipe da UTI geralmente segue as recomendações da literatura,<sup>(23)</sup> como reintubação em caso de frequência respiratória acima de 25 respirações por minuto, oxigenação periférica abaixo de 90%, com  $\text{FiO}_2 > 30\%$  e  $\text{pH} < 7,25$ . No entanto, esses parâmetros não foram controlados entre as diferentes unidades.

Antonelli et al.<sup>(24)</sup> observaram que há muitos fatores de risco para falência da VNIPP na IRA e identificaram que o escore SAPS II  $\geq 35$ , a presença de síndrome da angústia respiratória aguda e pneumonia foram fatores independentes ligados a falência.

Estimamos que níveis de IPAP  $> 13,5\text{cmH}_2\text{O}$  se associam com falência da VNIPP. Rana et al.<sup>(25)</sup> não encontraram associações entre os níveis de IPAP e EPAP com o resultado da VNIPP. Eles avaliaram um grupo de pacientes com lesão pulmonar aguda em um centro de cuidados terciários. Porém os níveis de IPAP e EPAP não foram altos: as medianas de IPAP foram entre 12 e 13, e de EPAP entre 5 e  $5,5\text{cmH}_2\text{O}$ . Os parâmetros da VNIPP foram coletados a partir dos registros clínicos durante a realização do estudo, mas não foi possível identificar como as informações foram tratadas. Outros estudos relativos a VNIPP pós-extubação não avaliaram esses parâmetros.<sup>(22)</sup> Nossos resultados demonstraram que o grupo de pacientes com falência tiveram níveis mais elevados dos parâmetros de VNIPP no último dia de uso da VNIPP, sugerindo que pacientes com níveis mais altos de pressão na VNIPP tiveram maior probabilidade de falência.

A necessidade de níveis elevados de IPAP pode indicar que esses pacientes apresentavam condições pulmonares desfavoráveis, como mecânica respiratória de pior qualidade, ineficácia muscular, maior trabalho respiratório, maior espaço morto ou mesmo manifestações sistêmicas que aumentariam a demanda de ventilação, inclusive acidose metabólica e choque, embora essas variáveis não tenham sido controladas em nosso estudo. Sugerimos que o IPAP pode ser um bom marcador para o resultado da VNIPP, mas nossos dados não dão suporte a que o nível de IPAP  $\geq 13,5\text{cmH}_2\text{O}$  seja um valor de corte para falência da

VNIPP. A heterogeneidade da população do estudo e seu delineamento não são apropriados para responder essa questão. Por outro lado, esses resultados são importantes para levantar algumas questões, como: “é possível identificar valores de corte dos parâmetros de VNIPP para prevenir resultados insatisfatórios da VNIPP como reintubação tardia?”

Observamos que pacientes que apresentaram falência da VNIPP pós-extubação tiveram um desfecho pior na UTI: frequência mais elevada de traqueostomias, tempo maior de permanência na UTI e taxas mais elevadas de mortalidade. Os dados da literatura a esse respeito são conflitantes, mas os estudos que revisamos têm alguns aspectos importantes que podem explicar estes achados. Os resultados de Esteban et al.<sup>(14)</sup> e Su et al.<sup>(10)</sup> são semelhantes. Os autores não encontraram qualquer diferença em termos de resultados, mas, por um lado tivemos uma taxa elevada de falência da VNIPP (48%) no estudo de Esteban et al.<sup>(14)</sup> e, por outro lado, uma baixa taxa de falência da extubação no estudo de Su et al.,<sup>(10)</sup> que foi de 13% no grupo controle e de 14,9% no grupo com VNIPP. Em ambos os estudos, não observamos qualquer vantagem da VNIPP, portanto, obviamente, não houve qualquer impacto nos desfechos clínicos. Por outro lado, os estudos que estimaram a eficácia da VNIPP mostraram melhora dos desfechos na UTI. Girault et al.<sup>(6)</sup> demonstraram que a VNIPP reduziu a duração do desmame; Ferrer et al.<sup>(9)</sup> estimaram que a VNIPP melhorou em 90 dias a sobrevivência e reduziu a taxa de reintubação; e o estudo publicado por Trevisan et al.,<sup>(11)</sup> no qual a VNIPP foi utilizada para desmamar pacientes com falha do teste de respiração espontânea, a técnica reduziu a taxa de pneumonia e a necessidade de traqueostomia.

## CONCLUSÕES

Este estudo foi conduzido em um único hospital universitário brasileiro e, portanto, consideramos que nossos

resultados não podem ser generalizados. Eles indicam que pacientes com pressão inspiratória positiva nas vias aéreas  $\geq 13,5\text{cmH}_2\text{O}$  no último dia do suporte com ventilação não invasiva com pressão positiva têm um risco três vezes maior de apresentar falência da ventilação não invasiva com pressão positiva, e que alguns pontos deveriam ser considerados em futuras pesquisas, como a identificação de níveis confiáveis de corte para melhor indicar a descontinuação da ventilação não invasiva com pressão positiva, com base em parâmetros da ventilação não invasiva com pressão positiva e gravidade do paciente, para evitar a ocorrência de reintubação tardia e maus resultados associados a esse procedimento.

## AGRADECIMENTOS

Os autores desejam agradecer à equipe das unidades de terapia intensiva do Hospital das Clínicas, especialmente aos fisioterapeutas dessas unidades e ao Departamento de Fisioterapia, Ciências da Comunicação e Desordens, e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Os autores desejam também agradecer ao Sr. Felipe Granado e ao Sr. Fabio Montesano, estatísticos da Universidade Federal de São Paulo, por seu apoio nos assuntos estatísticos.

## Contribuições dos autores

L Yamauchi, M Figueiroa, TCF Travaglia, S Nobre, e C Fu conceberam o estudo e tomaram parte em seu delineamento. M Figueiroa, TCF Travaglia e S Nobre realizaram a coleta dos dados. L Yamauchi, M Figueiroa e C Fu redigiram o manuscrito. L Yamauchi tomou parte da análise estatística e revisou o manuscrito. C Fu, L Yamauchi e LTY Silveira também revisaram o manuscrito. Todos os autores aprovaram o manuscrito final.

## ABSTRACT

**Objective:** To describe post-extubation noninvasive positive pressure ventilation use in intensive care unit clinical practice and to identify factors associated with noninvasive positive pressure ventilation failure.

**Methods:** This prospective cohort study included patients aged  $\geq 18$  years consecutively admitted to the intensive care unit who required noninvasive positive pressure ventilation within 48 hours of extubation. The primary outcome was noninvasive positive pressure ventilation failure.

**Results:** We included 174 patients in the study. The overall noninvasive positive pressure ventilation use rate was 15%. Among the patients who used noninvasive positive pressure ventilation, 44% used it after extubation. The failure rate of noninvasive positive pressure ventilation was 34%. The overall mean  $\pm$  SD age was  $56 \pm 18$  years, and 55% of participants were male. Demographics; baseline pH, PaCO<sub>2</sub> and HCO<sub>3</sub>; and type of equipment used were similar between groups. All of the noninvasive positive pressure ventilation final parameters were higher in the noninvasive positive pressure ventilation failure group [inspiratory positive airway pressure: 15.0 versus

13.7cmH<sub>2</sub>O (p = 0.015), expiratory positive airway pressure: 10.0 versus 8.9cmH<sub>2</sub>O (p = 0.027), and FiO<sub>2</sub>: 41 versus 33% (p = 0.014)]. The mean intensive care unit length of stay was longer (24 versus 13 days), p < 0.001, and the intensive care unit mortality rate was higher (55 versus 10%), p < 0.001 in the noninvasive positive pressure ventilation failure group. After fitting, the logistic regression model allowed us to state that patients with inspiratory positive airway pressure ≥ 13.5cmH<sub>2</sub>O on the last day of noninvasive positive pressure ventilation support are three times more likely to experience noninvasive positive pressure ventilation failure compared with individuals with inspiratory positive airway pressure < 13.5 (OR = 3.02,

95%CI = 1.01 - 10.52, p value = 0.040).

**Conclusions:** The noninvasive positive pressure ventilation failure group had a longer intensive care unit length of stay and a higher mortality rate. Logistic regression analysis identified that patients with inspiratory positive airway pressure ≥ 13.5cmH<sub>2</sub>O on the last day of noninvasive positive pressure ventilation support are three times more likely to experience noninvasive positive pressure ventilation failure.

**Keywords:** Respiration, artificial; Positive-pressure respiration/methods; Airway extubation; Ventilator weaning; Treatment outcomes; Intensive care units

## REFERÊNCIAS

- Bierer GB, Soo Hoo GW. Noninvasive ventilation for acute respiratory failure: a national survey of Veterans Affairs hospitals. *Respir Care*. 2009;54(10):1313-20.
- Demoule A, Girou E, Richard JC, Taillé S, Brochard L. Increased use of noninvasive ventilation in French intensive care units. *Intensive Care Med*. 2006;32(11):1747-55.
- Sharma S, Agarwal R, Aggarwal AN, Gupta D, Jindal SK. A survey of noninvasive ventilation practices in a respiratory ICU of North India. *Respir Care*. 2012;57(7):1145-53.
- Wang S, Singh B, Tian L, Biehl M, Krastev IL, Kojicic M, et al. Epidemiology of noninvasive mechanical ventilation in acute respiratory failure—a retrospective population-based study. *BMC Emerg Med*. 2013;13:6.
- Ferrer M, Sellarés J, Valencia M, Carrillo A, Gonzalez G, Badia JR, et al. Non-invasive ventilation after extubation in hypercapnic patients with chronic respiratory disorders: randomised controlled trial. *Lancet*. 2009;374(9695):1082-8.
- Girault C, Bubenheim M, Abroug F, Diehl JL, Elatrous S, Beuret P, Richecoeur J, L'Her E, Hilbert G, Capellier G, Rabbat A, Besbes M, Guérin C, Guiot P, Bénichou J, Bonmarchand G; VENISE Trial Group. Noninvasive ventilation and weaning in patients with chronic hypercapnic respiratory failure: a randomized multicenter trial. *Am J Respir Crit Care Med*. 2011;184(6):672-9.
- Burns KE, Meade MO, Premji A, Adhikari NK. Noninvasive ventilation as a weaning strategy for mechanical ventilation in adults with respiratory failure: a Cochrane systematic review. *CMAJ*. 2014;186(3):E112-22. Review.
- Agarwal R, Aggarwal AN, Gupta D, Jindal SK. Role of noninvasive positive-pressure ventilation in postextubation respiratory failure: a meta-analysis. *Respir Care*. 2007;52(11):1472-9.
- Ferrer M, Valencia M, Nicolas JM, Bernadich O, Badia JR, Torres A. Early noninvasive ventilation averts extubation failure in patients at risk: a randomized trial. *Am J Respir Crit Care Med*. 2006;173(2):164-70.
- Su CL, Chiang LL, Yang SH, Lin HI, Cheng KC, Huang YC, et al. Preventive use of noninvasive ventilation after extubation: a prospective, multicenter randomized controlled trial. *Respir Care*. 2012;57(2):204-10.
- Trevisan CE, Vieira SR; Research Group in Mechanical Ventilation Weaning. Noninvasive mechanical ventilation may be useful in treating patients who fail weaning from invasive mechanical ventilation: a randomized clinical trial. *Crit Care*. 2008;12(2):R51.
- Nava S, Gregoretti C, Fanfulla F, Squadrone E, Grassi M, Carlucci A, et al. Noninvasive ventilation to prevent respiratory failure after extubation in high-risk patients. *Crit Care Med*. 2005;33(11):2465-70.
- José A, Oliveira LR, Dias EC, Fuin DB, Leite LG, Guerra Gde S, et al. [Noninvasive positive pressure ventilation in patients with acute respiratory failure after tracheal extubation]. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2006;18(4):338-43. Portuguese.
- Esteban A, Frutos-Vivar F, Ferguson ND, Arabi Y, Apezteguía C, González M, et al. Noninvasive positive-pressure ventilation for respiratory failure after extubation. *N Engl J Med*. 2004;350(24):2452-60.
- Yamauchi LY, Travaglia TC, Bernardes SR, Figueiroa MC, Tanaka C, Fu C. Noninvasive positive-pressure ventilation in clinical practice at a large university-affiliated Brazilian hospital. *Clinics (Sao Paulo)*. 2012;67(7):767-72.
- Carlucci A, Richard JC, Wysocki M, Lepage E, Brochard L; SRLF Collaborative Group on Mechanical Ventilation. Noninvasive versus conventional mechanical ventilation. An epidemiologic survey. *Am J Respir Crit Care Med*. 2001;163(4):874-80.
- Harris C, Saskin R, Burns KE. Noninvasive ventilation initiation in clinical practice: A six-year prospective, observational study. *Can Respir J*. 2010;17(3):123-31.
- Nery P, Pastore L, Carvalho CR, Schettino G. Shortening ventilatory support with a protocol based on daily extubation screening and noninvasive ventilation in selected patients. *Clinics (Sao Paulo)*. 2011;66(5):759-66.
- Ornico SR, Lobo SM, Sanches HS, Deberaldini M, Tófoli LT, Vidal AM, et al. Noninvasive ventilation immediately after extubation improves weaning outcome after acute respiratory failure: a randomized controlled trial. *Crit Care*. 2013;17(2):R39.
- Zhu F, Liu ZL, Long X, Wu XD, Zhou J, Bai CX, et al. Effect of noninvasive positive pressure ventilation on weaning success in patients receiving invasive mechanical ventilation: a meta-analysis. *Chin Med J (Engl)*. 2013;126(7):1337-43.
- Glossop AJ, Shephard N, Bryden DC, Mills GH. Non-invasive ventilation for weaning, avoiding reintubation after extubation and in the postoperative period: a meta-analysis. *Br J Anaesth*. 2012;109(3):305-14. Erratum in *Br J Anaesth*. 2013;110(1):164. Shepherd, N [corrected to Shephard, N].
- Lin C, Yu H, Fan H, Li Z. The efficacy of noninvasive ventilation in managing postextubation respiratory failure: a meta-analysis. *Heart Lung*. 2014;43(2):99-104.
- Schettino G, Altobelli N, Kacmarek RM. Noninvasive positive-pressure ventilation in acute respiratory failure outside clinical trials: experience at the Massachusetts General Hospital. *Crit Care Med*. 2008;36(2):441-7.
- Antonelli M, Conti G, Moro ML, Esquinas A, Gonzalez-Diaz G, Confalonieri M, et al. Predictors of failure of noninvasive positive pressure ventilation in patients with acute hypoxemic respiratory failure: a multi-center study. *Intensive Care Med*. 2001;27(11):1718-28.
- Rana S, Jenad H, Gay PC, Buck CF, Hubmayr RD, Gajic O. Failure of non-invasive ventilation in patients with acute lung injury: observational cohort study. *Crit Care*. 2006;10(3):R79.